

**RESÚMENES**

**ZURY ANGELITA GONZÁLEZ SALAS** 📄



1 A



## FORMACION DE LAS CAPAS GERMINALES Y SUS PRIMEROS DERIVADOS

A medida que se implanta en la pared uterina, el embrión sufre modificaciones profundas en su organización. Hasta el momento de la implantación, el blastocisto está constituido por la masa celular interna, de la que se origina propiamente el cuerpo del embrión, y el trofoblasto externo, que representa la conexión tisular futura entre el embrión y la madre. Ambos componentes del blastocisto son los precursores de otros tejidos que aparecen en fases subsiguientes del desarrollo. Poco después, la masa celular interna comienza también a originar otras derivadas tisulares. En última instancia, la subdivisión de la masa celular interna da lugar al cuerpo del embrión, que contiene las tres capas germinales primarias: el **ectodermo** (la capa superficial), el **mesodermo** (la capa intermedia) y el **endodermo** (la capa interna). El proceso por el cual se forman las capas germinales mediante movimientos celulares se denomina **gastrulación**.

Después de que se han establecido estas capas germinales, la progresión continua del desarrollo embrionario depende de una serie de señales denominadas **inducciones embrionarias**, que se intercambian entre las capas germinales u otros precursores tisulares. En una interacción inductiva, uno de los tejidos (el **inductor**) actúa sobre otro (el **tejido de respuesta**), de manera que el desarrollo de este último es diferente del que habría sido en ausencia del primero. Los desarrollos que se pueden observar con un microscopio durante este período son un reflejo tangible de las profundas modificaciones en la expresión génica y en las propiedades celulares de los embriones en fase de implantación.

### "ESTADIO DE DISCO BILAMINAR"

Justo antes de que el embrión se implante en el endometrio



al principio de la segunda semana, empiezan a aparecer cambios significativos en la masa celular interna y en el trofoblasto. A medida que las células de la masa celular interna se disponen adoptando una configuración epitelial en lo que en ocasiones se denomina **cubierta embrionaria**, aparece una fina capa de células en su parte ventral. La capa superior principal de células se llama **epiblasto** y la capa inferior **hipoblasto** o **endodermo primitivo**. Esto da como resultado el que las células del hipoblasto se organicen en una capa delgado sobre la superficie ventral del hipoblasto. Las células del epiblasto expresan el factor de transcripción, **Nanog**, mientras que las del hipoblasto expresan **Gata6**. El hipoblasto se considera un **endodermo extraembrionario**, y en última instancia, origina el revestimiento endodérmico del **saco vitelino**.

Se ha mostrado que un pequeño grupo de células del hipoblasto trasladadas al futuro polo anterior del embrión (llamado **endodermo visceral anterior** por los embriólogos especializados en el desarrollo del ratón) poseen un notable poder de señalización. El endodermo visceral anterior rápidamente comienza a inducir gran parte de la cabeza y del prosencéfalo, inhibiendo al mismo tiempo la formación de estructuras posteriores. En la región posterior del epiblasto la actividad señalizadora de nodal estimula la formación de la línea primitiva, estructura importante para la gastrulación y la formación de las capas germinales. Después de que el hipoblasto se ha constituido en una capa bien definida y de que el hipoblasto se ha adaptado una configuración epitelial, la masa celular interna se transforma en un **disco bilaminar**, con el epiblasto en su superficie dorsal y el hipoblasto en la ventral.

El epiblasto contiene células que forman el embrión en sí mismo, aunque de esta capa también se originan tejidos extraembrionarios.



D	M	A
---	---	---



## GASTRULACIÓN Y FORMACIÓN DEL DISCO EMBRIONARIO TRILAMINAR

Al final de la segunda semana del embrión está constituido por dos capas celulares planas, el epiblasto y el hipoblasto. Al inicio de la tercera semana de gestación, el embrión entra en el período de gastrulación, durante el cual se forman las tres capas germinales embrionarias a partir del epiblasto. La morfología de la gastrulación humana sigue el mismo patrón que se observa en las aves. Dada la gran abundancia de vitelo en los huevos de las aves, el embrión de estos animales adquiere las capas germinales primarias en forma de tres discos planos superpuestos que descansan sobre el vitelo, de manera similar a una pila de rebanadas de pan.

A continuación las capas germinales se pliegan y forman un cuerpo cilíndrico. A pesar de que el embrión del mamífero carece prácticamente de vitelo, el alto grado de conservación morfológica de las fases iniciales del desarrollo hace que el embrión humano siga un patrón de gastrulación similar al que se observa en reptiles y en aves.

La gastrulación se inicia con la formación de la línea primitiva, una condensación celular longitudinal en la línea media que procede del epiblasto en la región posterior del embrión, a través de una inducción ejercida por parte de las células situadas en el borde del disco embrionario de esta zona. La línea primitiva tiene al principio una forma triangular, pero al poco tiempo se torna lineal y se alarga, debido principalmente a redistribuciones celulares internas, llamadas movimientos de extensión convergente.



## INDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

### INDUCCIÓN NEURAL

La relación de inducción entre la notocorda (**corda mesoderma**) y el ectodermo que la cubre en la génesis del Sistema nervioso ya que fue descubierta a principios del siglo XX.

Aunque los experimentos originales se realizaron en anfibios, otros similares efectuados en vertebrados superiores han demostrado que los elementos esenciales de la **inducción neural** lo **primaria** son los mismos en todos los vertebrados. En ausencia del **corda mesoderma** que se desplaza desde el labio dorsal del blastoporo (el equivalente en los anfibios del nódulo primitivo), el sistema nervioso no se origina a partir del ectodermo dorsal. Por otra parte, si el labio dorsal del blastoporo se injerta bajo el ectodermo ventral de otro embrión anfitrión, se forman un sistema nervioso y un eje corporal secundarios en la zona del injerto.

El labio dorsal ha sido denominado el **organizador** debido a su capacidad para estimular la formación de un eje corporal secundario.

Los primeros intentos de determinar la naturaleza del estímulo de inducción se caracterizaron por un gran optimismo. La búsqueda de las moléculas de inducción neural y de su mecanismo de acción ha sido compleja y frustrante, con muchos callejones sin salida y con recuerdos equivocados en el camino.

En estudios de investigación recientes se han identificado moléculas específicas que dan lugar a la inducción neural. En los anfibios, los agentes de inducción son tres moléculas de señal (**noggin**, **folistatina** y **cardinal**) producidas por la notocorda.



# INDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

## INDUCCIÓN NEURAL

La relación de inducción entre la notocorda (**coda mesodermo**) y el ectodermo que la cubre en la génesis del Sistema nervioso ya que fue descubierta a principios del siglo XX.

Aunque los experimentos originales se realizaron en anfibios, otros similares efectuados en vertebrados superiores han demostrado que los elementos esenciales de la **inducción neural** lo **primaria** son los mismos en todos los vertebrados. En ausencia del **cordameosodermo** que se desplaza desde el labio dorsal del blastoporo (el equivalente en los anfibios del nódulo primitivo), el sistema nervioso no se origina a partir del ectodermo dorsal. Por otra parte, si el labio dorsal del blastoporo se injerta bajo el ectodermo ventral de otro embrión anfitrión, se forman un sistema nervioso y un eje corporal secundarios en la zona del injerto.

El labio dorsal ha sido denominado el **organizador** debido a su capacidad para estimular la formación de un eje corporal secundario.

Los primeros intentos de determinar la naturaleza del estímulo de inducción se caracterizaron por un gran optimismo. La búsqueda de las moléculas de inducción neural y de su mecanismo de acción ha sido compleja y frustrante, con muchos callejones sin salida y con recuerdos equivocados en el camino.

En estudios de investigación recientes se han identificado moléculas específicas que dan lugar a la inducción neural. En los anfibios, los agentes de inducción son tres moléculas de señal (**noggin**, **folistatina** y **cordina**) producidas por la notocorda.



D	M	A
---	---	---

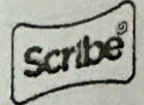
Scribe

## MOLECULAS DE ADHESIÓN CELULAR

A principios del siglo XX, los investigadores determinaron que las células de características similares en suspensión mostraban una tendencia intensa a la agregación. Si se mezclan tipos diferentes de células embrionarias, suelen separarse según el tipo tisular. Los patrones de separación incluso ofrecen datos acerca de sus propiedades y su comportamiento en el organismo maduro. Si se mezclan células embrionarias ectodérmicas y mesodérmicas, estas se agrupan formando una capa superficial de células ectodérmicas que rodean a un grupo central de células mesodérmicas. La investigación actual ha mostrado las bases moleculares de muchos de los procesos de agregación y separación celulares descritos por los primeros embriólogos. De las varias familias de moléculas de adhesión celular (CAM) que han sido descritas actualmente, tres son las de mayor importancia respecto al desarrollo embrionario. La primera está representada por la **cadherinas**, estas son sencillas glicoproteínas transmembrana ordenadas típicamente como homodímeros que sobresalen de la superficie celular. Los dímeros de cadherina en células adyacentes se adhieren unos a otros en presencia de  $Ca^{++}$ , esto trae como consecuencia el que las células queden firmemente unidas unas a otras. Una de las moléculas más presentes en la cadherina-E, responsable de adherir las células epiteliales entre sí. Durante la transformación epitelio-mesénquima, tal como se muestra, en las células epiteliales pierden su cadherina-E, cuando se transforman en células mesenquimatosas, pero si estas células más tarde en el desarrollo vuelven a formar un epitelio reexpresan la cadherina-E nuevamente.

Las **Ig-CAM** se caracterizan por tener un número variable de dominios extracelulares similares a los de las inmunoglobulinas. Estas moléculas se adhieren a similares (**unión homofílica**).





O diferentes **unión heterofílica** CAM sobre sus células vecinas lo que ocurre sin la intervención de iones de calcio. Uno de las miembros más importantes de esta familia es la **N-CAM**, esta se expresa notablemente dentro del sistema nervioso en desarrollo. Las Ig-CAM no unen las células tan fuertemente como las cadherinas, sino que su papel es administrar un afinado de las conexiones intercelulares. La N-CAM se caracteriza por presentar una concentración elevada de grupos de ácido siálico con carga negativo en el componente de carbohidratos de la molécula; además, las formas embrionarias de N-CAM tienen una cantidad de ácido siálico tres veces mayor que la forma adulta de la molécula.



**CUESTIONARIOS**

**ZURY ANGELITA GONZÁLEZ SALAS** 🩺





## Cuestionario formación de capas germinales y sus derivados

1. ¿En qué día comienza la implantación del embrión?

- A) Día 1
- B) Día 3
- C) Día 6
- D) Día 10

2. ¿Cuál de las siguientes estructuras se forma durante la implantación y provee soporte al embrión?

- A) Sincitiotrofoblasto
- B) Hipoblasto
- C) Cavidad amniótica
- D) Mesodermo extraembrionario

3. ¿Qué capa germinal da lugar al sistema nervioso?

- A) Ectodermo
- B) Mesodermo
- C) Endodermo
- D) Hipoblasto

4. ¿Cuál es el principal componente del blastocisto encargado de la conexión tisular futura con la madre?

- A) Trofoblasto
- B) Masa celular interna
- C) Citotrofoblasto
- D) Epiblasto

5. ¿Cuál de las siguientes proteínas es clave para el desarrollo del epiblasto?

- A) Nanog
- B) Gata 6
- C) Integrina
- D) Oct4



6. Durante la gastrulación, ¿qué capa germinal dará origen al sistema cardiovascular?

- A) Ectodermo
- B) Mesodermo
- C) Endodermo
- D) Citotrofoblasto

7. ¿En qué día ocurre la regresión de la línea primitiva?

- A) Día 6
- B) Día 10
- C) Día 15
- D) Día 18

8. ¿Qué capa germinal forma el tubo digestivo?

- A) Ectodermo
- B) Mesodermo
- C) Endodermo
- D) Hipoblasto

9. ¿Cómo se llama la estructura que se forma a partir del cigoto en los primeros días del desarrollo?

- A) Gastrula
- B) Blastocisto
- C) Embrión bilaminar
- D) Disco trilaminar

10. ¿Qué estructura es responsable de la adhesión del embrión a la pared uterina?

- A) Citotrofoblasto
- B) Sincitiotrofoblasto
- C) Masa celular interna
- D) Epiblasto

11. ¿Qué capa germinal es responsable de la formación de los huesos?

- A) Ectodermo



B) Mesodermo

C) Endodermo

D) Hipoblasto

12. ¿Cuál es la función principal del saco vitelino?

A) Dar soporte mecánico

B) Proporcionar nutrientes

C) Formar el ectodermo

D) Crear el mesodermo

13. ¿Qué molécula promueve el desarrollo de las células del hipoblasto?

A) Nanog

B) Gata 6

C) Fibronectina

D) TGF-beta

14. ¿Cuál es la capa superior del embrión en el estadio bilaminar?

A) Hipoblasto

B) Epiblasto

C) Trofoblasto

D) Mesodermo

15. ¿Qué día se completa generalmente el proceso de gastrulación?

A) Día 10

B) Día 14

C) Día 18

D) Día 20

16. ¿Cuál de las siguientes estructuras da origen al sistema linfático?

A) Endodermo

B) Mesodermo

C) Ectodermo

D) Sincitiotrofoblasto

17. ¿Qué proceso permite la creación de la cavidad amniótica?



- A) Fusión celular
- B) **Cavitación**
- C) Migración celular
- D) Diferenciación del mesodermo

18. ¿En qué se convierte la masa celular interna durante la implantación?

- A) **Epiblasto e hipoblasto**
- B) Trofoblasto y citotrofoblasto
- C) Endodermo y mesodermo
- D) Mesodermo y ectodermo

19. ¿Cuál de las siguientes es una función de las inducciones embrionarias?

- A) Eliminar desechos
- B) Estimular la división celular
- C) **Diferenciar tejidos**
- D) Generar trofoblasto

20. ¿Cuál de los siguientes deriva del ectodermo?

- A) Hígado
- B) Músculos
- C) **Sistema nervioso**
- D) Sistema linfático

21. ¿Cuál es la capa externa del trofoblasto?

- A) Epiblasto
- B) Hipoblasto
- C) **Sincitiotrofoblasto**
- D) Citotrofoblasto

22. ¿Qué capa germinal origina el sistema hematopoyético?

- A) Ectodermo
- B) **Mesodermo**
- C) Endodermo
- D) Hipoblasto



23. ¿Cuál es la función de la cavidad amniótica?

- A) Proteger al embrión
- B) Permitir adhesión
- C) Formar el mesodermo
- D) Crear el sistema linfático

24. ¿Cuál de las siguientes capas germinales se asocia al sistema respiratorio?

- A) Ectodermo
- B) Mesodermo
- C) Endodermo
- D) Hipoblasto

25. ¿En qué semana se forma el disco trilaminar?

- A) Semana 1
- B) Semana 2
- C) Semana 3
- D) Semana 4

26. ¿Qué proceso permite la invasión del tejido uterino?

- A) Gastrulación
- B) Implantación
- C) Formación del blastocisto
- D) Cavitación

27. ¿De qué estructura derivan los somitas?

- A) Mesodermo paraxial
- B) Endodermo
- C) Citotrofoblasto
- D) Epiblasto

28. ¿Cuál es el origen de la tiroides?

- A) Ectodermo
- B) Mesodermo
- C) Endodermo



D) Hipoblasto

29. ¿Qué estructura proporciona nutrientes tempranos al embrión?

A) Cavity amniótica

B) Trofoblasto

C) Saco vitelino

D) Sincitiotrofoblasto

30. ¿Qué sucede en el embrión al formarse la línea primitiva?

A) Aparece la cavity amniótica

B) Se establece el ectodermo, mesodermo y endodermo

C) Se fusiona el trofoblasto

D) Se desarrolla el sistema nervioso



## Cuestionario de neurulación

1. ¿Cuál de las siguientes estructuras da inicio al proceso de neurulación en el embrión humano?
  - A) Cresta neural
  - B) Notocorda
  - C) Ectodermo superficial
2. ¿En qué etapa del desarrollo embrionario se forma el tubo neural en humanos?
  - A) Al final de la segunda semana
  - B) Al principio de la tercera semana
  - C) A mediados de la tercera semana
  - D) Al final de la cuarta semana
3. ¿Cuál de las siguientes estructuras es un derivado directo de las células de la cresta neural?
  - A) Médula espinal
  - B) Sistema nervioso central
  - C) Nervios periféricos
  - D) Hipotálamo
4. Durante la neurulación, el ectodermo da origen a una estructura que se pliega para formar el tubo neural. ¿Cuál es el nombre de esta estructura?
  - A) Placa neural
  - B) Somitos
  - C) Notocorda
  - D) Mesénquima
5. ¿Qué porción del tubo neural se cierra primero durante el desarrollo?
  - A) La región torácica
  - B) El neuroporo anterior
  - C) El neuroporo posterior
  - D) La región cervical



6. ¿Cuál es la consecuencia más común de un fallo en el cierre del neuroporo posterior?

A) Hidrocefalia

B) Anencefalia

C) Espina bífida

D) Microcefalia

7. ¿Qué vitamina ha demostrado ser fundamental en la prevención de defectos del tubo neural?

A) Vitamina A

B) Vitamina C

C) Ácido fólico (Vitamina B9)

D) Vitamina D

8. La formación del tubo neural se ve influenciada por la señalización de diferentes proteínas y factores. ¿Cuál de los siguientes es una señalización clave en el proceso de neurulación?

A) BMP (Proteínas morfogenéticas óseas)

B) Dopamina

C) Insulina

D) Eritropoyetina

9. ¿Cuál de las siguientes es una anomalía resultante de un fallo en el cierre del neuroporo anterior?

A) Espina bífida

B) Hidrocefalia

C) Craneorraquisquisis

D) Mielomeningocele

10. Durante la neurulación, ¿cuál de las siguientes estructuras es responsable de inducir la formación de la placa neural en el ectodermo?

A) Cresta neural

B) Notocorda

C) Somit

D) Mesodermo lateral